# ÜBER DIE WIRKUNG LOKALER ARSONVALISATION.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT

VORGELEGT

VON

FRITZ LINN,
APPROB. ARZT AUS KREUZNACH.

LEIPZIG
VERLAG VON OTTO NEMNICH
1908.

# ÜBER DIE WIRKUNG LOKALER ARSONVALISATION.

---

## INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT

VORGELEGT

VON

FRITZ LINN,
APPROB. ARZT AUS KREUZNACH.

LEIPZIG
VERLAG VON OTTO NEMNICH
1908.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinalen Fakultät der Universität Heidelberg.

| Dekan: | Referent: |
| --- | --- |
| **Geheimrat von Krehl.** | **Geheimrat Fleiner.** |

1908.

Meinen geliebten Eltern.

Es war auf der Elektrotherapeutenversammlung zu Frankfurt am Main im September 1891, wo die führenden Geister auf diesem Gebiete, Erb, Eulenburg, Laquer, Benedikt, K. W. Müller, Löwenfeld, Lehr und Häcker, mit anderen Worten, alle Redner außer zweien, sich entschieden dahin aussprachen, daß der Einfluß der Elektrizität auf den Körper nicht bloß ein physisch vermittelter, sondern auch ein somatischer sei. Damit sind die elektrischen Heilmethoden qualitativ anderen anerkannten Heilverfahren als gleichberechtigt an die Seite gestellt.

Bis jetzt bildete die galvanische, faradische und auch die wieder zu Ehren gekommene statische Elektrizität für den Diagnostiker und Therapeuten ein wertvolles Hülfsmittel. Neuerdings ist durch den kroatischen, schon seit langen Jahren in Amerika lebenden Ingenieur Nikola Tesla, eine Stromform eingeführt worden, die sich graduell von der Faradisation beträchtlich unterscheidet und die auch in der Medizin unter dem Namen „Hochfrequenzstrom“ Anwendung gefunden hat.

Während bei der gewöhnlichen Faradisation die Stromspannungen 40, 50 oder 100 Volt messen, während ihre Stärke einige Tausendstel Ampère und ihre Frequenz einige hundert in der Sekunde beträgt, gelang es Tesla, eine Stromart herzustellen, deren Spannung eine sehr hohe ist, etwa 10000—100000, ja bis 1 Million Volt, deren Frequenz mehrere Hunderttausend bis Millionen in der Sekunde beträgt. Die physikalischen Ursachen dieser hohen Spannung können hier nicht näher behandelt werden; für den, der sich dafür interessiert, wird auf die ausführlichen Originalarbeiten d'Arsonvals verwiesen. Es sei nur noch bemerkt, daß sich Tesla's Arbeiten gründen auf die Untersuchungen von Hittorf und Krookes über das Verhalten von elektrischen Strahlen im luftverdünnten Raume. Diese Forscher hatten sich lange vor Tesla und d'Arsonval der hochfrequenzierten und hochgespannten Wechselströme bedient. (!)

Tesla glaubte die überraschenden Lichterscheinungen der Kathodenstrahlen im luftvedünnten Raume auch für den lufterfüllten Raum konstruieren zu können durch entsprechende Erhöhung der Frequenz und Spannung des dazu erforderlichen Stromes. Seine Bemühungen wurden mit Erfolg gekrönt, er wurde der Entdecker des nach ihm benannten Teslalichtes. („Licht der Zukunft.“)

Unabhängig von Tesla arbeitete auf demselben Gebiete in Frankreich der

Physiologe d'Arsonval, der sich besonders um den Einfluß der Hochfrequenzströme auf den tierischen Organismus verdient gemacht hat. Tesla veröffentlichte das Resultat seiner Forschungen am 23. Mai 1891 in Newyork, während d'Arsonval bereits im Dezember 1890 in seinen leçons du Collège de France seine ersten Mitteilungen gemacht hatte. Ausführlicher verbreitete er sich über seine Entdeckung am 24. Februar, 25. April und 2. Mai 1891 in der Société de Biologie zu Paris. Die Priorität d'Arsonvals ist daher unbestreitbar, besonders wenn wir von der Anwendung der Hochfrequenzströme in der Elektromedizin reden, sodaß wir also das neuentdeckte Verfahren billigerweise „Arsonvalisation" und nicht „Teslaisation" nennen müssen.

Außerdem hat d'Arsonval das Verdienst, die Spannung und Frequenz der Teslaströme durch einige originelle Erfindungen bedeutend erhöht zu haben.

Ebenso alt wie das Bestehen der Teslaströme ist die Frage, warum Ströme von so enormer Spannung nicht direkt tödlich auf den Menschen wirken, da wir doch alle die große Gefahr der Berührung von Starkstromleitungen kennen, deren Spannung eine weit geringere ist, und die man u. a. in Amerika zur Hinrichtung von Verbrechern benützt. Die Frage, wie diese Erscheinung zu erklären ist, überhaupt die Frage, in welcher Weise diese Ströme auf den Organismus einwirken, hat verschiedene Beantwortung gefunden.

Man hat z. B. angenommen, die Ströme dringen nicht in die Tiefe des Gewebes ein und können daher auch auf die Nerven keinen Reiz ausüben. In diesem Sinne haben sich manche Autoren ausgesprochen.

So meint Sir W. Thomson, daß die hoch gespannten Wechselströme ebenso wenig wie die statische Elektrizität Tiefenwirkung hätten, sondern auf die Oberfläche beschränkt blieben. Muskeln und Nerven würden also von dieser Art Elektrizität nicht getroffen. Es habe ferner den Anschein, als ob das Gewebe der hohen Schwingungszahl dieser Ströme nicht antworten könne.

d'Arsonval gibt eine ähnliche Erklärung: „Entweder nimmt dieser enorm oszillierende Strom die Eigenschaft der statischen Elektrizität an und breitet sich nur an der Oberfläche aus, sodaß keinerlei Einwirkung auf die darunter liegenden Gewebe stattfinden kann, oder aber das Gewebe verhält sich den Schwingungen der Hochfrequenzströme gegenüber etwa so, wie sich Hör- uad Sehnerv verhalten, wenn die Anzahl der Ton- oder Lichtwellen so groß oder so klein ist, daß eine Perzeption derselben nicht mehr stattfinden kann."

de Fodor meint: „Wenn man mittels einer genügend schnell rotierenden Säge eine Amputation vollziehen kann, ohne daß der Patient Schmerzen fühlt, wenn unser Ohr den Ton von Insekten nicht mehr hören kann, deren Vibration eine gewisse Zahl überschritten hat; wenn ein glühender Platindraht in der zu brennenden Wunde keine Schmerzen verursacht, sobald die Wärmewellen ihn weißglühend machen, während er bei rotglühender Hitze, d. h. bei geringerer Vibration, Schmerzen hervorruft; wenn die violetten Strahlen das Auge weniger angreifen, als die anderen Spektrumstrahlen, deren Schwingungsdauer eine längere ist, warum sollte man nach all diesem nicht annehmen, daß Ströme hoher Wechselzahl keinen Einfluß auf das Nervensystem haben, während solche von geringer Wechselzahl schädlich sind"? —

Die einfachste Anordnungsweise des Hochfrequenz-Armamentars, wie es d'Arsonval angibt, enthält einen Ruhmkorff'schen Funkeninduktor mit Queck-

silberunterbrecher, dessen Sekundärwindung in leitender Verbindung mit dem inneren Belag zweier Leydener Flaschen steht, deren Größe dem Funkeninduktor angepaßt ist, und deren Belegflächen zusammen 2400 qm betragen. Die inneren Beläge sind durch Metallstäbe mit Zinkkugeln verbunden, deren Abstand reguliert werden kann. In der Regel kommen Funkenstrecken von 5—10 mm zur Verwendung, maximal 2 cm. Von den äußeren Belägen gehen Leitungsdrähte zu einer 4—5 mm dicken, aus etwa 8 Windungen bestehenden Kupferspirale, dem sog. kleinen Solenoid oder Transformator, von dem dann die zur Verwendung kommenden Ströme abgeleitet werden können. Die Spannung dieser Ströme kann durch Induktion in einem zweiten, dem sogenannten sekundären Solenoid, beträchtlich erhöht werden. Dieses Sekundärsolenoid besteht aus einer Induktionsspule, die mit einem 0,5 mm dicken Kupferdraht von 400 Windungen umwickelt ist, und von der die zur Verwendung kommenden Ströme abgenommen werden. d'Arsonval schloß diese Spule in einen mit Petroleum gefüllten Glaszylinder und setzte sie dann in die Primärspule ein.

Eine praktischere Methode zur Erhöhung der Spannung stammt von Oudin. Er ging von folgender Überlegung aus: Ebenso wie eine schwingende Stimmgabel eine auf sie abgestimmte zweite in Mitschwingungen versetzt, müssen auch in einem zweiten Solenoid, das derart neben dem ersten angebracht ist, daß die aus möglichst dünnem Drahte bestehende Sekundär-Spirale die Fortsetzung der primären aus dickem Drahte bildet, und dessen Selbstinduktion mit dem ersten übereinstimmt, elektrische Schwingungen von demselben Umfange entstehen. Es kommt nur darauf an, daß ein richtiges Resonanzverhältnis zwischen beiden Spiralen besteht, was durch Regulierung eines an den Primärwindungen entlanglaufenden Schleifkontaktes erzielt wird.

Der Resonator nach Oudin wird von einem Solenoid aus Kupferdraht gebildet, der um ein Holzgehäuse gewickelt ist. Das eine Drahtende wird mit dem Transformator nach Tesla in Verbindung gebracht. Je nach der Spannung, die man zu erhalten wünscht, nimmt man den Strom mittels Haken und der daran befindlichen Leitungsschnur mehr oder weniger nahezu dem anderen Drahtende ab. Noch bequemer ist die Anwendung einer Reguliervorrichtung, welche durch eine Kurbel betätigt wird. Bei dem modernen Arsonvalisations-Apparat ist der Resonator nach Oudin mit dem Transformator nach d'Arsonval stets vereinigt.

Nicht zu verwechseln mit dem am Apparate angebrachten Solenoid ist das „große Solenoid", der sog. „Käfig" d'Arsonvals. Es ist dies ein Holzgestell, so groß, daß ein Mensch darin Platz hat, und das von 15—20 Windungen von Kupferdraht oder Kupferblechstreifen umgeben ist. Verbindet man, nachdem sich der Patient im Innern des Solenoids befindet, des letzteren Metallarmierung mit den Polen des Oudin'schen Resonators, so wird der Patient nach dem Prinzip der Induktion mit Elektrizität geladen. Allerdings fühlt er nichts von diesem Vorgange. Es läßt sich aber nachweisen, daß er sich tatsächlich in einem elektrischen Felde befindet. Denn gibt man dem Patienten eine Geißler'sche Röhre oder eine Glühlampe in die Hand, so leuchten diese hell auf. Außerdem, berührt man den Patienten, ohne selbst mit dem Solenoid oder dem Apparat in Kontakt zu sein, so fühlt man das charakteristische Prickeln der überspringenden elektrischen Funken, und im Dunkeln kann man diese auch sehen.

d'Arsonval nannte dieses Verfahren „Autokonduktion". Es kommt gegenwärtig am meisten zur Anwendung bei der sog. „allgemeinen Arsonvalisation."

Eine weitere Methode dieser allgemeinen Arsonvalisation ist die mittels des Kondensatorbettes nach Apostoli. Der Patient liegt auf einem Ruhelager, das die Gestalt eines Bettes oder Sophas hat. Auf der Unterseite ist eine große Metallplatte angebracht, die den einen Belag eines Kondensators darstellt. Die auf der Metallplatte befindlichen Polster bilden das Dielektrikum, der Körper des Patienten entspricht dem anderen Belag des Kondensators. Die Metallplatte wird nun mit dem einen Pol des Apparates verbunden, während der andere Pol durch Elektroden mit dem Körper des Patienten in Verbindung gebracht wird. Beim Einschalten des Stromes wird der Patient wie ein Kondensator mit Elektrizität geladen.

Die dritte Methode endlich besteht darin, daß man den Patienten in ein Fußbad stellt und ihm zwei Elektroden in die Hand gibt. Der eine Pol des Apparates führt zu diesen, der andere ins Wasser. Der Körper des Patienten befindet sich also in einem elektrischen Felde.

Die Anschauungen über den therapeutischen Wert dieser allgemeinen Arsonvalisation gehen weit auseinander. Die französischen Forscher, die sich mit Hochfrequenzströmen beschäftigen, an ihrer Spitze d'Arsonval, Apostoli, Berlioz, Moutier u. a. berichteten von den glänzendsten Heilerfolgen. Nicht nur funktionelle Erkrankungen des Nervensystems sollen gebessert resp. geheilt, sondern auch schwere organische Störungen, Diabetes, Obesitas, Rheumatiden und Arthritiden der schlimmsten Art sollten durch die „Autokonduktion" zum Verschwinden gebracht worden sein.

Diesen enthusiastischen Berichten der französischen Autoritäten steht eine scharfe Skepsis bis völlige Ablehnung deutscher Forscher gegenüber. Boruttau bezweifelt, ob in dem ruhig innerhalb des Solenoids stehenden Menschen überhaupt wie in einem Drahtringe oder in einer Spirale Ströme induziert werden können.

Eulenburg wollte die Behauptungen d'Arsonvals, man sollte im Solenoid stehend eine Glühlampe in beide Hände nehmen, beim Hindurchleiten des Stromes beginne die Lampe zu glühen, nachprüfen. Die erwähnte Erscheinung trat aber nicht auf, die Lampe glühte nicht. Auch Baedeker mißlang dieser Versuch*). Dagegen fand er eine andere Methode, um doch eine Induktion, wenigstens der Oberfläche des menschlichen Körpers, zu beweisen. Er näherte seine Fingerspitzen dem im Solenoid befindlichen Körper bis auf 1 mm, worauf er sowohl wie der Patient das Prickeln der überspringenden Funken empfanden.

Kein einziger unserer deutschen Autoren war jedoch bisher imstande, mit der allgemeinen Arsonvalisation, abgesehen von funktionellen Neurosen, einen auch nur nennenswerten therapeutischen Erfolg zu erzielen.

Auf ungleich realerem Boden stehen wir bei lokaler Anwendung von Hochfrequenzströmen. Hierbei wird ein Pol des Apparates zur Erde abgeleitet,

*) Inzwischen wird auch von deutscher Seite berichtet, daß die Versuche, eine Geißler-Röhre oder Glühlampe zum Aufleuchten zu bringen, in der Regel positiv ausfallen. Das Mißlingen dieses Versuches bei Eulenburg und Baedeker ist vielleicht auf zu großen Widerstand innerhalb der Glühlampe oder auf ungenügende Induktionsstärke zurückzuführen.

der andere mit der Elektrode verbunden. Auch hier benützt man am besten den Strom, der vom Oudin'schen Resonator abgeleitet wird. Die Elektroden hat man dabei in den verschiedensten Formen, als Knöpfe, Platten, Drahtpinsel oder als Spitzenelektroden verwendet. Noch wirksamer läßt sich die lokale Arsonvalisation mittels einer „Kondensatorelektrode“ applizieren. Diese hat einen Kautschukgriff, der vorn einen Glasmantel trägt, welcher mit einer feinen Graphitmasse gefüllt ist, oder einen Metalldraht (Kupferdraht) enthält. Das gläserne Gefäß hat für die verschiedenen Körperteile und Zwecke eine entsprechende Gestalt. Berührt man nun den Körper des Patienten mit dieser Elektrode, so bildet der Metalldraht den inneren Belag des Kondensators, das Glas das Dielektrikum und die Haut des Patienten den äußeren Kondensatorbelag; die Haut wird also elektrisch geladen. Werden die Elektroden in einiger Entfernung von der Haut, etwa 5—10 Millimeter gehalten, so springen blaue oder violette Funken über, die ein prickelndes, bei längerer Einwirkung brennendes Gefühl verursachen. Setzt man aber die Elektrode unmittelbar auf die Haut, so fühlt der Patient nichts mehr, obwohl selbstverständlich ein Übergang von Elektrizität auch jetzt noch stattfindet.

Die physiologische Wirkung der lokalen Arsonvalisation beruht im wesentlichen auf dem intensiven Hautreiz. Unter seiner Einwirkung wird die Haut zunächst blaß und anämisch; bald aber zeigt sich eine lokale Reaktion, indem an Stelle der Anämie eine starke Hyperämie tritt, die sogar nach Aufhören der Bestrahlung noch zunimmt und sich erst allmählich wieder verliert. Je näher man die Elektrode an die Haut bringt, desto größer ist die Zahl der überspringenden Fünkchen. Man empfindet dann ein fortwährendes Kribbeln, Brennen und Hitzegefühl an der betreffenden Stelle. Bei zu langer Bestrahlung werden intensive Schmerzen empfunden. Es kommt nach Baedeker in einiger Zeit zu Blasenbildung, die wir als direkte Folge der intensiven Hautreizung auffassen müssen. Baedeker machte die Beobachtung, daß seine Patienten nach längerer Arsonvalisation den Eindruck hatten, als wenn die betreffende Hautstelle pelzig geworden wäre.

Nach d'Arsonval genügt sogar eine Bestrahlung von einigen Minuten, um eine vollständige Abstumpfung der Sensibilität für alle Empfindungsqualitäten herbeizuführen.

Es macht sich, wie Eulenburg angibt, nach Entfernen der Elektrode ein Gefühl der Starre und Abgestorbenheit geltend. Je nach der Dauer der Einwirkung empfindet man eine mehr oder weniger intensive Abnahme des Hautgefühls für Berührung und Schmerz sowie für Temperatureindrücke, besonders in der Form von Kältereizen.

Nach Baedekers Versuchen bestand während der anämischen Periode an der bestrahlten Hautstelle Hypaesthesie sowie eine deutliche Herabsetzung für das Kältegefühl, während etwa 10 Minuten nach der Bestrahlung Hyperämie und gleichzeitig Hyperästhesie für Tasteindrücke, Kälte und Wärme auftraten.

d'Arsonval hat angeblich Anaesthesie von viertelstündiger Dauer erzielt und experimentell nachgewiesen, daß freipräparierte Nerven anästhetisch wurden, sodaß sie auf Reize nicht mehr reagierten.

Baedeker konnte die von dArsonval behauptete Anaesthesie, die sogar zu kleinen Operationen (Zahnextraktionen) empfohlen worden ist, in vollem Um-

fange nicht nachweisen. Dagegen beobachtete er eine Parästhesie entsprechend der peripheren Ausstrahlung des betreffenden Nerven.

Eulenburg erklärt diese eigentümliche Dissociation des Temperatursinnes, die sich darin kundgibt, daß während der enorm erhöhten subjektiven Wärmeempfindung das Gefühl für Kältereize bedeutend herabgesetzt, ja sogar vorübergehend erloschen ist, aus der spezifischen Energie der an räumlich getrennte Temperaturnervenendigungen gebundenen Temperaturnerven.

Es muß noch hinzugefügt werden, daß Baedeker dreimal an der lokal arsonvalisierten Stelle einen Schweißausbruch beobachten konnte.

Kurella macht auf die wesentlich verschiedene Wirkung bei bipolarer und unipolarer Reizung aufmerksam. Steht der Oudin'sche Resonator mit beiden Ableitungsklemmen des Kondensators in Verbindung, so empfindet man bei Annäherung an die Elektrode auf 1—2 mm lebhaftes Wärmegefühl, bei festem Kontakt gar nichts, gleichgültig, ob man isoliert steht oder nicht. Ist dagegen eine Ableitungsschnur vom Kondensator zur Erde geführt, so verspürt man bei fester Berührung (Hohlhand) ein durchziehendes Formikationsgefühl, bei Annäherung gar nichts. Wird die Elektrode auf einen motorischen Mittelpunkt gesetzt, so tritt ein intensiver, völlig schmerzloser Tetanus ein, dessen Intensität von der Spannung des Kondensators, resp. von der Regulierung der Funkenstrecke abhängig ist. Von den bekannten, faradisch leicht erregbaren Nervenstämmen aus ist kein Tetanus zu erzielen.

Nach Baedeker erhält man mit einer Metallknopfelektrode, die mit dem Ouidin'schen Apparat in Verbindung steht, tetanische Muskelzuckungen beim Aufsetzen auf den Muskel sowohl wie bei den Nerven. Diese direkte Verbindung tritt nicht ein bei Ausschaltung des Resonators oder bei Anwendung der Kondensatorelektrode.

Nach d'Arsonval verursachten die Ströme bei Nerv und Muskel niemals Schmerz und Zuckung, während sich aus den mit großer Sorgfalt von Einthooven angestellten Versuchen ergeben hat, daß ein Wechselstrom mit ca. 1 Million Perioden wohl imstande ist, einen Nerven zu erregen.

Blutdruck und Atmung werden durch die allgemeine Arsonvalisation sicherlich nicht direkt beeinflußt. Treten doch Veränderungen auf, so sind sie beim Menschen auf Suggestion, bei Tieren wohl darauf zurückzuführen, daß diese durch die Wirkung der Hochspannung auf das Haarkleid allein schon beunruhigt werden müssen. Niedere Tiere, besonders Kröten und Salamander zeigen bei der Autokonduktion nicht die geringste Veränderung ihres Zustandes, während sie auf lokale Arsonvalisation, wie ich weiter unten zeigen werde, sehr lebhaft reagieren und in Bezug auf Blutdruck und Respiration deutlich nachweisbare Veränderungen zeigen.

Um die beiden oben erwähnten Faktoren, Suggestion und Nebenwirkung des Stromes auf die Behaarung der Versuchstiere, auszuschließen, — Wirkungen, die sich auch bei lokaler Arsonvalisation nicht vermeiden lassen — stellte ich eine Reihe von Versuchen an niederen Tieren (Kaltblütern) an, indem ich diese der lokalen Arsonvalisation aussetzte.

Als Elektroden kamen zur Anwendung eine einfache Spitzenelektrode und die schon beschriebene Kondensatorelektrode. Benutzt wurde ein Strom in der Stärke von 80—100 Milli-Ampère.

### Versuch I.

Sehr großes Exemplar einer gemeinen Erdkröte (Bufo vulgaris) wird 10 Minuten lang mittelst der Spitzenelektrode bestrahlt aus einer Entfernung von 6 cm. Das Tier verhält sich dabei absolut ruhig, jedoch ist die Atmung erheblich beschleunigt (72 Respirationen pro Minute zu 30—40 Respirationen des Kontrolltieres.) Aus den Hautdrüsen des Rückens quillt ein weißgelber Saft, der nach Beendigung der Prozedur in Form von Pfröpfen die Ausführungsgänge der Drüsen verschließt. An dem Tiere sind jetzt sowie 24 Stunden später keine Veränderungen wahrnehmbar.

### Versuch II.

Bei gleicher Stromstärke wird eine zweite Bufo vulgaris mit der Kondensatorelelektrode 10 Minuten bestrahlt. Der Abstand der Elektrode von der Haut des Tieres beträgt 4 mm. Die Kröte macht während der Dauer der Bestrahlung nur vereinzelte Abwehrbewegungen, im übrigen verhält sie sich ruhig. Nach 4 Minuten langer Bestrahlung oder, wie der moderne terminus technicus lautet „Verblitzung“, wird die Atmung schnappend, vertieft und beschleunigt. Der Strahl ist während der ganzen Dauer auf eine prall gefüllte, große Hautdrüse des Rückens gerichtet. Das im Versuch I erwähnte Sekret wird hier nur sehr spärlich abgesondert und zwar nur von der betreffenden Hautdrüse und ihrer nächsten Umgebung.

Nach Unterbrechung des Versuches, der im Dunkelzimmer ausgeführt wurde, wird das Tier bei Tageslicht einer eingehenden Besichtigung unterzogen. Es zeigt sich, daß an der bestrahlten Stelle die warzenähnliche Drüse verschwunden ist. An ihrer Stelle sieht man in der Ausdehnung etwa eines Zehnpfennigstückes einen Substanzverlust der Haut von 2 mm Tiefe. Das Hautpigment ist in ganzer Ausdehnung der Verletzung völlig verschwunden, das Zentrum hämorrhagisch infiltriert, die Ränder scharf und verhärtet. Das Epithel erscheint völlig zerstört.

Die so veränderte Hautpartie macht den Eindruck einer Brandwunde.

Die vorher graue Kröte hat in toto einen schwarzbraunen Farbenton angenommen. Sie ist im übrigen völlig munter und beginnt sich nach einigen Tagen energisch zu häuten, bis die restitutio ad integrum erreicht ist.

### Versuch III.

Bei zwei mittelgroßen Wechselkröten (Bufo variabilis) wird ein 3 cm langer Einschnitt in die Rückenhaut gemacht. Ziemlich reichliche, mit Lymphe vermischte kapilläre Blutung. Die eine Kröte wird sogleich an der verletzten Stelle mit der Kondensatorelektrode bestrahlt, die in einer Entfernung von 4 mm langsam über die blutende Stelle geführt wird. Die andere Kröte, die als Kontrolltier dient, bleibt unbestrahlt. Bei dem bestrahlten Tiere steht die Blutung nach einigen Sekunden, während sie bei dem Kontrolltier erst nach 2 Minuten spontan zum Stillstand kommt. Bei beiden Tieren heilten die Wunden innerhalb weniger Tage vollständig per primam.

### Versuch IV.

Ein kleiner Laubfrosch (Hyla arborea) wird 10 Minuten lang mit der Spitzenelektrode bestrahlt. Er macht dabei keine Abwehrbewegungen,

jedoch wird in kurzem die Atmung schnappend, vertieft und beschleunigt. Das ganze Tier überzieht sich nach einigen Minuten mit einer klebrigen Flüssigkeit, das schöne Grün verschwindet, um einem mißfarbenen Gelb Platz zu machen. Nach 7 Minuten langer Bestrahlung tritt eine Lähmung der Hinterbeine ein, die lang ausgestreckt und schlaff am Körper herunterhängen. Eine Viertelstunde nach Aufhören der Bestrahlung ist die Lähmung bedeutend zurückgegangen, nach 24 Stunden völlig verschwunden. Der Frosch zeigt wieder die normale dunkelgrüne Farbe mit Ausnahme einer etwa bohnengroßen blaugelben Verfärbung auf dem Rücken.*)

**Versuch V.**

Ein zweiter Laubfrosch wird mit der Kondensatorelektrode 10 Minuten lang bestrahlt, wiederum in einem Abstande von 4 mm. Es erfolgen nur geringe Abwehrbewegungen. Nach 4 Minuten tritt eine Lähmung der Hinterbeine ein, etwa gleichzeitig wird die Atmung vertieft und beschleunigt. Die Hautabsonderung ist dieses Mal ganz gering. Die bestrahlte Stelle (etwa pfenniggroß) ist nach Ablauf der 10 Minuten schwarzbraun gebrannt. Sie zeigt das Bild einer Verbrennung dritten Grades, ganz ähnlich wie es im Versuch II der Fall war. Die Atmung steht still, während das Herz noch weiter schlägt. Tod nach einer halben Stunde. Die bald darauf vorgenommene Sektion ergibt folgenden Befund: Unterhalb der verbrannten Haut zeigen weder die Rückenmuskulatur noch die knorpligen Wirbelkörper irgendwelche mikroskopisch erkennbare Veränderung; auch die ventral von der Wirbelsäule gelegenen Organe erscheinen intakt. Dagegen zeigt das Rückenmark eine schwarze Verfärbung und zwar nicht nur im Bereiche der bestrahlten Stelle, sondern in seiner ganzen Ausdehnung von der Cauda equina aufwärts bis zum Gehirn. Von einer Blutung in das Rückenmark ist dabei nichts zu bemerken. Das Gehirn ist von normaler weißer Farbe und scheint völlig intakt.

**Versuch VI.**

Ein sehr kräftiges Exemplar eines Feuersalamanders (Salamandra maculata) wird 10 Minuten mit der Spitzenelektrode bestrahlt, wobei die Elektrode 6 cm von der Haut entfernt gehalten wird. Das Tier macht sofort kräftige Abwehrbewegungen. Nach 3 Minuten langer Bestrahlung beginnt sich der Schwanz mit einer weißen, klebrigen Masse zu überziehen. Dieselbe Erscheinung tritt bald darauf in den Vorderbeinen, dann an den Hinterbeinen, zuletzt am Rumpfe auf. Das Tier sieht aus, als ob es völlig mit Rahm bestrichen wäre. Nur diejenigen Hautpartien, welche von den bekannten orangefarbenen Flecken eingenommen werden, zeigen keine Sekretion.

Die Atmung ist vertieft, aber nicht beschleunigt, eher etwas verlangsamt. Sie verhält sich zu der des Kontrolltieres wie 40 zu 48. Eine Lähmung ist nicht eingetreten. Nach Beendigung des Versuches macht das Tier einen stark erschöpften Eindruck. Es liegt unbeweglich in seinem Behälter und

*) Von einigem Interesse dürfte die Mitteilung sein, daß die erwähnte Farbenänderung auf der Rückenhaut heute noch, d. h. 6 Wochen nach dem Versuche, besteht. Nur hat der jetzt etwa pfenniggroße unregelmäßig begrenzte Fleck eine rein hellblaue Farbe angenommen.

macht bei Berührung kaum einen Versuch fortzukriechen. Auf den Rücken gelegt, dreht es sich jedoch sogleich wieder um. Lähmungserscheinungen fehlen vollständig. Bei der 24 Stunden später vorgenommenen Besichtigung liegt der Salamander tot in seinem Glase, mit dem weißen rahmartigen Sekret völlig überzogen. Die sogleich vorgenommene Sektion zeigt, daß die inneren Organe sowie das Zentralnervensystem keine makroskopisch sichtbare Veränderung aufweisen.

**Versuch VII.**

Ein etwas kleineres Exemplar eines Feuersalamanders wird mit der Kondensatorelektrode 10 Minuten lang bestrahlt. Der Hautabstand beträgt 4 mm. Gewählt wird dazu eine zirkumskripte Stelle der Rückenhaut zwischen beiden Vorderbeinen. Das Tier macht sogleich die lebhaftesten Abwehrbewegungen; die Atmung wird schnappend und vertieft, aber nicht beschleunigt. In der Umgebung der bestrahlten Stelle und auf dem Kopfe sondert sich das im vorigen Versuche erwähnte Sekret in weißen Tropfen ab, während der ganze übrige Körper unverändert bleibt. Nach Ausschaltung des Stromes zeigt sich auf der Rückenhaut an der bestrahlten Stelle eine pfenniggroße, flache Brandwunde. Das Tier scheint wenig erschöpft und hat sich nach 24 Stunden wieder völlig erholt. Nur erscheint die vorher glänzend schwarze Rückenhaut an der „verblitzten“ Stelle mattschwarz, wie auch die beiden anliegenden, vorher leuchtend orangegelb gefärbten Flecken eine mattgelbe, verwaschene Färbung zeigen. Im übrigen ist keine Veränderung nachweisbar. Lähmungen traten nicht auf.

**Versuch VIII.**

Eine mittelgroße Schlingnatter (Coronella laevis) von etwa 60 cm Länge wird im ersten Drittel ihres Körpers mit der Spitzenelektrode 10 Minuten lang bestrahlt. Hautabstand 6 cm. Die Schlange bleibt dabei völlig ruhig und läßt nach Beendigung des Versuches sowie auch 24 Stunden später nicht die geringste Hautveränderung erkennen. Von Lähmungserscheinungen ist nichts zu bemerken.

**Versuch IX.**

Dieselbe Schlingnatter wird nach 2 Tagen mit der Kondensatorelektrode im zweiten Drittel ihres Körpers an einer zwischen zwei Heftpflasterstreifen genau fixierten Stelle der Haut direkt über dem Rückenmark 10 Minuten lang bestrahlt. Der Hautabstand der Elektrode beträgt 4 mm. Die Schlange macht sofort die lebhaftesten Abwehrbewegungen und verbeißt sich wütend in die Lederhandschuhe des sie haltenden Dieners. Diese Unruhe dauert während des ganzen Versuches an, so daß es nur mit Mühe möglich ist, den Strahl stets auf die fixierte Stelle zu richten. Nach Ablauf der 10 Minuten zeigt sich an der bestrahlten Hautpartie ein pfenniggroßer, etwa 2 mm tiefer Substanzverlust, der mit einem schwarzbraunen Schorf bedeckt ist. Sein Aussehen entspricht dem Bilde einer Verbrennung dritten Grades. Das Tier kriecht nach Beendigung des Versuches wie ein normales Exemplar auf dem Boden herum; von einer Lähmung ist keine Spur vorhanden. Nach 24 Stunden wird das sich in unverändertem Zustande befindende Tier mittelst Chloroform getötet und seziert. Die inneren Organe sowie das Zentralnerven-

system befanden sich in völlig normalem Zustande. Eine von Herrn Dr. Emmert vorgenommene mikroskopische Untersuchung der nervösen Zentralapparate, insbesondere des Gehirns, ergab gleichfalls keine Veränderung. —

Von den an Warmblütern vorgenommenen Versuchen möchte ich drei hervorheben, die an Meerschweinchen und einem Kaninchen gemacht wurden. Um die oben erwähnten Störungen von seiten des Haarkleides auszuschließen, wurde der Rücken der Tiere rasiert.

### Versuch X.

Ein Meerschweinchen, dessen Rücken in einer Ausdehnung von 10 qcm von Haaren befreit ist, wird eine Viertelstunde lang mit der Kondensatorelektrode in der Weise behandelt, daß sich das Rückenmark mitten in der bestrahlten Zone befindet. Die Größe der Funkenstrecke beträgt, wie bei allen Versuchen, 6 mm, der Hautabstand der Elektroden 4 mm. Das Tier macht anfangs unter lautem Schreien sehr heftige Abwehrbewegungen, Puls und Atmung sind sehr beschleunigt. Nach einigen Minuten tritt völlige Ruhe ein, Puls und Atmung verhalten sich wie bei dem Kontrolltiere. Sowie jedoch die Elektrode über eine entfernt gelegene Hautpartie gehalten wird, treten wieder die lebhaften Schmerzäußerungen und Abwehrbewegungen auf. Nach Unterbrechung des Versuches zeigt die arsonvalisierte Stelle leichte Schwellung und lebhafte Rötung, entspricht somit einer Verbrennung ersten Grades. Von Lähmungserscheinungen ist nichts zu bemerken.

Von einer Sektion dieses Tieres wurde Abstand genommen, da anzunehmen war, daß sie resultatlos verlaufen würde.

### Versuch XI.

Zur exakteren Feststellung, nach wie langer Zeit die in dem vorigen Versuche beobachtete Hautanästhesie eintritt, wird ein zweites Meerschweinchen, das im Versuch X als Kontrolltier gedient hatte, in gleicher Weise bestrahlt. Wiederum Auftreten der eben erwähnten Erscheinungen, Schreien, Abwehrbewegungen, Beschleunigung von Puls und Atmung. Nach 2 Minuten tritt völlige Ruhe ein. Das Tier läßt sich nun an dieser Stelle ruhig beliebig lange weiter bestrahlen; sowie jedoch die Elektrode ihre Richtung nur einige Millimeter ändert, treten sofort wieder intensive Schmerzäußerungen und motorische Unruhe auf. Die Bestrahlung wird nun in gleicher Weise 20 Minuten lang fortgesetzt, derart, daß nur die fixierte Stelle betroffen wird. Das Tier hält dabei ganz ruhig und läßt durch nichts erkennen, daß es den Eingriff als schmerzhaft oder nur als störend empfindet. Der Befund ist bei eingehender Besichtigung ungefähr der gleiche, wie bei dem Tiere im Versuch X; vielleicht ist die ödematöse Schwellung der Rückenhaut etwas stärker.

Nach 24 Stunden wird das Meerschweinchen mittelst Durchschneiden beider Karotiden getötet und gleich darauf seziert. Weder am Zentralnervensystem noch an den Eingeweiden ist eine Veränderung sichtbar, dagegen befindet sich unmittelbar unter der bestrahlten Zone im Unterhautzellgewebe und auf der darunter liegenden Muskel-Faszie eine zehnpfennigstückgroße, gerötete und sulzig infiltrierte Stelle.

### Versuch XII.

Ein Kaninchen, dessen Rückenhaare in einer Ausdehnung von 20 qcm wegrasiert sind, wird auf dieser Fläche zwanzig Minuten lang mit der Spitzenelektrode bestrahlt, wobei das Rückenmark wieder mitten durch die arsonvalisierte Zone verläuft. Die Länge der Funkenstrecke beträgt 6 mm, der Hautabstand der Elektrode 6 cm. Das Tier hält die Bestrahlung ruhig aus, es erfolgen keinerlei Abwehrbewegungen. Die Atmung ist anfangs vertieft und verlangsamt, kehrt aber nach 4—5 Minuten zur Norm zurück. Entsprechend verhält sich der Puls. Die in einer Ausdehnung von 10 qcm bestrahlte Hautfläche zeigt nach Ablauf des Versuches keinerlei Veränderung, ist weder erwärmt noch hyperämisch. Nach Ausschalten des Stromes läuft das Tier munter auf dem Boden umher und läßt keinerlei Andeutung einer Lähmung erkennen. Nach 24 Stunden zeigt es das gleiche Verhalten. Es wird nun mittelst Karotidendurchschneidung getötet und seziert. An den inneren Organen ergibt sich ebensowenig wie am Zentralnervensystem eine Veränderung, dagegen zeigen sich, ganz ähnlich wie in Versuch XI, unmittelbar unter der bestrahlten, aber intakt gebliebenen Haut, die tieferen Gewebsschichten, Unterhautzellgewebe und Faszie, in markstückgroßer Ausdehnung gerötet und sulzig infiltriert.

Fassen wir die Resultate dieser Versuche zusammen, so ist ohne weiteres klar, daß die lokale Arsonvalisation intensive Wirkungen hervorzubringen im Stande ist. Wir bemerkten bei den Versuchstieren das Auftreten von Schmerzgefühlen, Veränderung von Respiration und Blutzirkulation, eine hämostatische Wirkung, Veränderung der Hautfarbe, Verbrennungserscheinungen, Lähmungen und Tod.

Schmerzen treten zwar bei jeder Anwendungsform des elektrischen Stromes auf, wenn seine Intensität eine genügend hohe ist. Jedoch ist für den Arsonvalstrom sowohl die Qualität der Empfindung spezifisch, als auch der Umstand, daß nach länger dauernder Einwirkung auf dieselbe Hautpartie zunächst ein Nachlassen und sodann ein völliges Verschwinden der anfangs sehr intensiven Schmerzempfindung stattfindet. (Vergl. Versuch X und XI.)

Bei einem Selbstversuche, der weiter unten ausführlicher geschildert ist, machte ich dieselbe Erfahrung. Zunächst trat ein heftiges Brennen auf, das gerade, als es anfing unerträglich zu werden, einem Gefühle der Vertaubung und darauf folgender völliger Anaesthesie Platz machte. Um so empfindlicher war freilich die reaktiv gerötete Umgebung der bestrahlten Zone geworden.

Eine Beeinflussung der Atmung, Beschleunigung oder Verlangsamung, ließ sich bei meinen Tierversuchen fast ausnahmslos nachweisen. Jedoch trat die Erscheinung stets nur im Anfang des Versuches auf. Nach kurzer Zeit hatte sich das Tier an die Bestrahlung gewöhnt, und die Atmung kehrte zur Norm zurück. Ich glaube mich daher zu dem Schlusse berechtigt, daß allein die Erregung und nicht die Arsonvalisation als solche die Ursache der respiratorischen Störungen ist, zumal man die gleichen Erscheinungen auch bei galvanischer und faradischer Behandlung hervorrufen kann.

d'Arsonval will freilich nicht nur bei der lokalen, sondern auch bei der allgemeinen Behandlung mit Hochfrequenzströmen in kurzer Zeit eine bedeutende Sauerstoffeinatmung und Kohlensäureausatmung gesehen haben.

Baedeker aber, der diese Versuche nachprüfte, kam zu dem Resultate,

daß von 4 bestrahlten Kaninchen nur eins eine Veränderung der Atmung zeigte, während sie bei den 3 anderen Tieren nicht beeinflußt wurde.

Genau dasselbe wie von den respiratorischen Veränderungen gilt von der Blutzirkulation. Diese bleibt stets der Atmung entsprechend, steigt und sinkt mit jener und kehrt auch gleichzeitig zur Norm zurück. (Vergl. Versuch X und XI.) Ein Einfluß auf das bloßgelegte, noch pulsierende Froschherz war nicht nachweisbar.

Die Blutstillung bei kapillärer Blutung (vergl. Versuch III) halte ich für eine direkt spezifische Wirkung der lokalen Arsonvalisation. Für das Zustandekommen dieser Hämostase sind zwei Erklärungen möglich. Einmal läßt sich an eine Einwirkung auf das Blut selbst denken, vielleicht in der Weise, daß durch chemische Prozesse die Gerinnung des Blutes befördert wird. Andererseits liegt es nahe, die styptische Wirkung des Stromes auf eine durch ihn erzeugte Gefäßkontraktion zurückzuführen, die auf Reizung der Vasokonstriktoren beruht. Diese Annahme scheint mir am wahrscheinlichsten, denn bei therapeutischen Versuchen an Patienten und an mir selbst machte ich die Beobachtung, daß die arsonvalisierte Hautstelle sehr bald blaß und anämisch wurde.*)

Bei Anwendung von galvanischen und faradischen Strömen gelang es mir nicht, eine blutstillende Wirkung zu erzielen.

Ebenso interessant wie schwierig zu erklären erscheint der nach der Bestrahlung entstandene Farbenwechsel bei den verschiedenen Kaltblütern (vergl. die Versuche II, IV und VII). Nun ist es ja eine bekannte Tatsache, daß bei niederen Tieren auch nach starken physiologischen Reizen eine Änderung der Grundfarbe einzutreten pflegt; es geht z. B. die hellgraue Farbe unserer Ringelnatter (Natrix tropidonotus) beim Verschlucken eines recht großen Frosches in ein tiefes Schwarzbraun über, und der Laubfrosch verliert, wenn man sein Glas mit schwarzem Papier umhüllt, seine schöne grüne Farbe und wird entweder schwarzgrau oder grau mit grün marmoriert. Aber in kurzer Zeit, nach wenigen Stunden oder Tagen, ist das normale Hautkolorit wieder da. Anders verhält es sich mit den arsonvalisierten Tieren. Ein mit der Spitzenelektrode behandelter Laubfrosch erlangte erst nach 3 Wochen seine grüne Farbe wieder. Das in Versuch IV erwähnte Exemplar trägt sogar noch heute, 6 Wochen nach dem Versuche, wie bereits mitgeteilt, den himmelblauen Flecken auf seinem Rücken. Es scheint sich hier doch um eine tiefergehende Schädigung, wenn nicht völlige Zerstörung der farbstoffhaltigen Zellen zu handeln.

Vielleicht ist es, wenn man einem Analogieschlusse folgen darf, darnach nicht unmöglich, einen Naevus pigmentosus der menschlichen Haut therapeutisch mittelst lokaler Arsonvalisation zu beeinflussen. Eigene Versuche in dieser Richtung habe ich aus Mangel an entsprechendem Materiale leider noch nicht anstellen können. Außerdem spielt auch sicherlich beim Zustandekommen der Farbenänderung die dünne, schleimhautähnliche Amphibienhaut eine große Rolle, indem sie der Elektrizität überall freien Eintritt gestattet, was bei der menschlichen Haut bekanntlich nicht der Fall ist. Bei Eidechsen und Schlangen, die mit einer lederartig zähen, trockenen Haut

*) Nach einiger Zeit trat allerdings eine lokale Reaktion, bestehend in Rötung und Hyperämie, ein.

ausgestattet sind, habe ich Veränderungen im Hautkolorit niemals erzielen können.

Die in den Versuchen II, V, VII, IX, X, XI und XII erwähnten Verbrennungen ersten bis dritten Grades sind nichts für den Arsonvalstrom Charakteristisches. Sie lassen sich auch durch einen starken galvanischen Strom erzielen, gar nicht zu reden von den Brandwunden, die durch Starkstromleitung oder den Blitz entstehen können. Unerklärlich ist mir bis jetzt allerdings, wie in Versuch XII bei dem Kaninchen, das mit der Spitzenelektrode 20 Minuten lang bestrahlt wurde und dessen Rückenhaut nachher nicht die geringste Veränderung aufwies, sich eine so ausgedehnte Laesion an Unterhautzellgewebe und Faszie finden konnte.

Sehr überraschend, aber doch nicht nur der Arsonvalisation eigentümlich, ist die Tatsache, daß man durch die lokale Behandlung (besonders durch Bestrahlen mit der Spitzenelektrode) die ein Hautsekret führenden Amphibien zwingen kann, ihr „Gift“ völlig zu entleeren (vergl. die Versuche I, IV und VI). Diese Erscheinung ist sicherlich nicht spezifisch für den Hochfrequenzstrom, denn es gelang mir, wie ich in einer anderen Arbeit ausführlicher dargelegt habe („Gewinnung und Wirkung des Kröten- und Salamandergiftes“), mittelst Anwendung des faradischen Stromes diesen Tieren das Hautsekret bis zum letzten Tropfen auszupressen.

Nicht ganz leicht ist die Erklärung der in den Versuchen IV und V beobachteten Lähmungen. Am ersten läßt sie sich noch im Versuch V geben. Hier war die Rückenhaut des Frosches verbrannt, die darunter liegenden Weichteile und die Wirbelsäule intakt, während das Rückenmark in seiner ganzen Länge eine schwarze Verfärbung zeigte. Da eine Blutung in das Rückenmark nicht vorlag, konnte es sich nur um eine Verbrennung handeln. Die Leitungsbahnen des Rückenmarks scheinen demnach eine ganz besondere Empfindlichkeit dem Arsonvalstrome gegenüber zu besitzen, da sie sich als völlig zerstört erwiesen, was natürlich eine dauernde Lähmung der Hinterbeine des Frosches zur Folge haben mußte. Daß die Leitung der Rückenmarksbahnen auch nur vorübergehend durch Bestrahlung mit dem Hochfrequenzstrom gestört werden kann, beweist der Ausfall des Versuches IV, wo der an beiden Beinen gelähmte Frosch in kurzem seine volle Beweglichkeit wiedererlangte. Eine Sektion dieses Laubfrosches wurde damals nicht vorgenommen, weil der bei dem Tiere gleichzeitig eingetretene Farbenwechsel genauer beobachtet werden sollte.

Das Eintreten des Todes in den Versuchen V und VI fasse ich nicht als eine direkte und unmittelbare Folge der Arsonvalisation auf. Hier spielen vornehmlich 2 Faktoren eine Rolle. Einmal ist die nackte, dünne, stets feuchte Amphibienhaut ein so vorzüglicher Elektrizitätsleiter, daß der Strom in voller Stärke ungehindert eindringen kann. Doch auch dies würde nicht genügen, jemals einen tödlichen Ausgang herbeizuführen. Das Hauptmoment ist der Verlust an Hautsekret bei den bestrahlten Tieren. Nur dann tritt der Tod ein, wenn die Produktion des Hautgiftes so groß geworden ist, daß das Tier infolge hochgradigster Erschöpfung dieses nicht mehr zu ersetzen vermag. Dabei spielt die Stromstärke eine ganz untergeordnete Rolle. Ich habe stets die Beobachtung gemacht, daß die Versuchstiere durch einen noch so kräftigen

aber kurzdauernden Strom viel weniger erschöpft wurden, als durch einen schwachen, aber länger eingeschalteten, da in letzterem Falle der Sekretverlust ein erheblich größerer war. Wurde das Hautgift bis auf den letzten Tropfen ausgepreßt, so trat jedesmal in kurzer Zeit der Tod ein. Wenn dagegen nur ein Teil des Giftes entzogen und dann der Versuch unterbrochen wurde, so erholten sich die Tiere sehr rasch und befanden sich nach einigen Tagen wieder im Besitze der normalen „Giftmenge", vorausgesetzt, daß es ihnen an reichlicher Nahrung nicht fehlte. Übrigens tritt diese Erscheinung nur bei solchen Tieren auf, die ein Hautsekret führen. (Amphibien.) Für Reptilien z. B., deren derbe und trockene Haut sicherlich noch schlechter leitet, wie die menschliche, ist der Arsonvalstrom ebenso ungefährlich wie für den Menschen selbst.

Es liegt auf der Hand, daß die Menge von physiologischen Eigenschaften, die der lokalen Arsonvalisation eigen sind, auch eine entsprechende therapeutische Verwertung fanden. In der Tat gibt es kaum eine Krankheit, der man nicht mit Hochfrequenzströmen beizukommen versucht hätte.

Leider haben sich die Erwartungen nicht in dem Maße erfüllt, wie es d'Arsonval und seine Schule urbi et orbi verkündeten. Wie schon angedeutet, wollte d'Arsonval mit seiner Autokonduktion bei Diabetes, Fettleibigkeit, Gicht und anderen Stoffwechselerkrankungen die wunderbarsten Heilerfolge gesehen haben. Nachprüfungen von seiten deutscher Forscher haben diese Angaben nicht bestätigen können.

Je mehr man sich mit Arsonval-Litteratur beschäftigt, desto sicherer kommt man zu der Überzeugung, daß die Erfolge bei der allgemeinen Hochfrequenzstrombehandlung lediglich auf Suggestion beruhen.

Anders liegen die Dinge bei der lokalen Behandlung. Auch hier hat zwar wieder der Enthusiasmus der Franzosen durch Berichte von allzuglänzenden Heilerfolgen den wahren Sachverhalt getrübt. Wurde doch unter anderem behauptet, daß Patienten mit schweren chronischen Arthritiden, mit Tabes und progressiver Muskelatrophie nicht nur gebessert, sondern auch geheilt worden seien. Neuerdings kommt sogar aus Frankreich die Kunde, daß es gelungen sei, mittels der Hochfrequenzströme tiefliegende Karzinome zu zerstören, bezw. ihr Wachstum aufzuhalten. (!!)

Aber es gibt in der Tat eine ganze Reihe von Erkrankungen, die nicht nur in Frankreich sondern auch in Deutschland mittelst lokaler Arsonvalisation gebessert oder geheilt wurden.

Naturgemäß kommen hier in erster Linie solche Krankheiten in Betracht, die den überspringenden Funken direkt zugängig sind, d. h. Hautkrankheiten.

Besondere Verdienste auf diesem Gebiete hat sich Oudin erworben. Nach ihm sind bei der Behandlung von Hautaffektionen zwei wesentliche Momente zu beachten: „l'élèment nerveux trophique et l'élèment infectieux." Die nervösen Elemente würden in der Tiefe verändert und es hörten dann die „démangeaisons" auf. So verschwinde z. B. bald die zirkumskripte Röte bei Acne rosacea. Ebenso sei die parasitizide Wirkung unleugbar, weil man nach 1—2 Sitzungen Molluscum contagiosum verschwinden sähe, dessen parasitäre Natur doch erwiesen wäre.

In 7 Fällen von Psoriasis hatte Oudin gute Erfolge. Die Behandlung fand 2—3mal wöchentlich statt mit einem Metallpinsel, der bei höchster Stromstärke Funkenbüschel von 1 cm Durchmesser ausstrahlen ließ. Die Abschuppung ließ nach 12—30 Tagen nach, die großen Plaques auf den oberen Extremitäten und auf dem Rumpfe verschwanden nach 2—3 Monaten.

Bei 12 Fällen von Ekzem gingen die subjektiven Erscheinungen rasch zurück. Nach einigen Sitzungen trat Heilung ein, die allerdings, wenn keine Allgemeinbehandlung nebenherging, nur vorübergehend war.

Impetigo heilte in frischen Fällen nach 3—4 Wochen, in veralteten nach 3—4 Monaten. In diesen wie auch in den folgenden Fällen kam die Kondensatorelektrode in Anwendung. Die Rötung bei Herpes zoster verschwand, nachdem die Elektrode 5 Minuten lang über die betr. Stelle gehalten war, dann schrumpften die Bläschen, die Schmerzhaftigkeit verschwand und nach 8 Tagen trat Heilung ein.

Gute Erfolge erzielte Oudin bei Acne vulgaris, Acne rosacea und Furunkulose. Ebenso gelang es ihm, einen Fall von Lupus vulgaris, wo Gesicht und Kopfhaut schon ganz mit Ulcerationen überzogen und Nasenflügel und Augenbraunen zerstört waren, innerhalb 3 Monaten so weit herzustellen, daß von den ganzen Plaques nur noch einige Knötchen übrig geblieben waren, während alles andere mit gesunder Epidermis bedeckt war. „In diesem Zustand, berichtet Oudin, verließ Patient das Krankenhaus und wandte sich an einen Kurpfuscher."

Mit großer Vorsicht ist eine Mitteilung von Gandil-Nizza aufzunehmen, der einen Kranken mit vorgeschrittener Phthise und Cavernen-Symptomen mit lokaler Arsonvalisation behandelte. Im Sputum waren zahlreiche Tuberkelbazillen nachgewiesen. Kreosot und Lebertran wurden ohne Erfolg verabreicht. Nach 7 tägiger Behandlung trat schon merkliche Besserung ein, nach 4 Wochen hatte das Gewicht um 7 Pfund zugenommen, der Auswurf ließ nach, Appetit und Schlaf kehrten wieder.

Doumer bestätigt Gandils Mitteilung und berichtet seinerseits von einer Besserung bei 17 Phthisikern durch lokale Arsonvalisation. Zuerst verschwanden die Nachtschweiße und das abendliche Fieber, nach längerer Zeit erst ließ der Husten nach. Am längsten blieben die physikalischen Zeichen bestehen, die aber in einigen Fällen ganz verschwanden. Doumers Beobachtungen erstrecken sich auf einen Zeitraum von 3 Jahren.

Foveau de Courmelles erzielte ebenfalls bei Phthise glänzende Resultate mit der lokalen Anwendung des Hochfrequenzstromes.

Bei einem besonders gut verlaufenden Fall ergab sich nach Ablauf von 14 Tagen eine Gewichtszunahme von 2 kg.

Über gute Erfolge bei Phthise berichtet auch Williams, welcher außer bei Lungenschwindsucht auch bei lokaler Tuberkulose zuweilen „Rapidheilungen" beobachten konnte.

Doumer hält die Lokalbehandlung für empfehlenswert bei Kongestionserscheinungen des kleinen Beckens. In vielen Fällen von Hämorrhoiden erzielte er Heilung, namentlich, wenn es sich um akute Fälle handelte.

Auch Apostoli empfiehlt die Arsonvalisation bei Hämorrhoiden; Bollaan behandelte Anusfisteln mit Erfolg. Auch Varicen sollen nach Apostoli durch Behandlung mit Arsonvalisation gut geheilt sein.

Sogar zu Zahnextraktionen wurde die anästhesierende Wirkung des Hochfrequenzstromes benützt. Schneide- und Eckzähne konnten schmerzlos entfernt werden, weniger gut jedoch die Molaren und die ihrer Krone beraubten Zähne. (d'Arsonval.)

Ein großer Teil dieser Versuche wurde von deutschen Forschern wie Eulenburg, Baedeker, Mann, Strauß, Toby Cohn und Kindler einer Nachprüfung unterzogen. Und in der Tat sehen wir hier an Stelle der Skepsis eine gewisse Bestätigung der Resultate. Zwar berichten die deutschen Forscher weniger von Heilung als von Besserung. Dies ist aber vorwiegend durch die langwierige und mühsame Behandlungsart zu erklären, die mit der Arsonvalisation bis jetzt leider noch untrennbar verbunden ist. Die vorhin aufgezählten Krankheitserscheinungen lassen sich ohne Ausnahme ebensogut und dabei schneller auf andere Weise beseitigen wie durch die Hochfrequenzströme. Wir kennen noch keine Erkrankung, für welche die Arsonvalisation ein Spezifikum wäre*).

Im Anschluß daran seien einige Beobachtungen mitgeteilt, die ich bei der lokalen Hochfrequenzstrom-Behandlung an dem mir zur Verfügung stehenden Krankenmateriale machen konnte. Als ein besonders dankbares Behandlungsobjekt erwiesen sich natürlich die funktionellen Neurosen, insbesondere die Hysterie.

Aus einer größeren Anzahl von geheilten resp. gebesserten Fällen greife ich folgende heraus:

1. N. N., dreißigjährige Näherin, leidet seit über 10 Jahren an Ptosis des rechten oberen Augenlides. Sie hat schon alles mögliche versucht, ist auch bei einer ganzen Anzahl bekannter Augenärzte gewesen, ohne jeden Erfolg.

Die Behandlung besteht in täglich 5 Minuten langer Bestrahlung des Augenlides mit der Kondensatorelektrode, wobei der Patientin suggeriert wird, daß nach jeder Behandlung das Lid sich weiter heben werde. Die Elektrode wird dabei in einem Abstande von 4 mm langsam über das Lid hin und wieder zurückgeführt. Nach 2 Sitzungen gibt Patientin an, daß sie das Lid wieder etwas heben könne. Nach 7 Sitzungen ist das Leiden völlig beseitigt.

Die Heilung schreibe ich in diesem Falle weniger der Arsonvalisation selbst, als der durch sie hervorgerufenen psychischen Einwirkung zu. Dasselbe gilt von den beiden folgenden Fällen:

2. N, N., 13jähriges Schulmädchen mit starker Kontraktur des rechten Fußes nach innen (Equino-varus-Stellung). Hysterische Stigmata sind vorhanden in Gestalt von Anaesthesie der cornea und Hypaesthesie des Rachens. Alle Reflexe sind erhalten, das Babinski-Phaenomen ist nicht auszulösen.

Der Fuß der Patientin wird einen über den anderen Tag mit der

*) Während der Niederschrift dieser Arbeit geht durch die medizinische Presse folgende Notiz: „In den letzten Jahren hat der Widerstand gegen die sogenannte d'Arsonvalisation sichtlich abgenommen, und die Archive für Röntgenstrahlen verzeichnen die Tatsache, daß auch in Deutschland und England dies Verfahren als ein wertvolles Mittel zur Bekämpfung der Arteriosklerose geschätzt wird. Wie die Wirkung zustande kommt, ist den Fachleuten noch nicht ganz klar, möglicherweise beruht sie auf einer Zerstörung von Giftstoffen, die als Ursache der Arteriosklerose zu betrachten sind. Außerdem hat man an eine Reinigung des Bluts und der Lymphe von mineralischen Bestandteilen gedacht, indem infolge des elektrischen Anreizes ihre Ausscheidung durch die Nieren gesteigert wird."

Spitzenelektrode 10 Minuten lang bestrahlt, die im Abstande von 6 cm langsam über diesen hin- und hergeführt wird. Nach der ersten Sitzung ist die Spannung des Fußgelenkes verschwunden; jedoch ist sie am nächsten Tage wieder aufgetreten und wird nun in der zweiten Sitzung nochmals beseitigt. Das Fußgelenk bleibt von jetzt ab frei und nach noch zweimaligem Bestrahlen erklärt sich Patientin für beschwerdefrei.

3. Ein 23jähriges Dienstmädchen leidet seit 2 Tagen an plötzlich eingetretener Aphonie. Die Untersuchung ergibt Rachen- und Korneal-Anaesthesie sowie linksseitige Ovarie.

Nach einer einmaligen Arsonvalisation von 5 Minuten Dauer mit der Spitzenelektrode, die an beiden Seiten des Kehlkopfes entlang geführt wird, ist die Sprache wieder da.

Daß aber auch bei der Hysterie der Arsonvalstrom kein Universalheilmittel ist, zeigt folgender Fall:

4. N. N., 32jährige Ehefrau, leidet an seit Monaten bestehender Muskelschwäche, vornehmlich im rechten Arme und linken Beine, die nach einem ausgestandenen Schrecken (Feuer im Nachbarhause) entstanden war. (Amyosthenie.) Anästhesien oder anderweitige Stigmata sind nicht nachweisbar.

Die Behandlung besteht in täglicher abwechselnd 10 und 20 Minuten langer Bestrahlung zuerst mit der Spitzenelektrode, nach 12 Sitzungen mit der Kondensatorelektrode, die 8 mal zur Anwendung kommt. Jedoch wurde diesmal nicht der geringste therapeutische Effekt erreicht. Die Kranke war schon anderweitig elektrisiert worden, ohne einen Erfolg davon zu bemerken. Zudem stellte es sich im Laufe der Behandlung heraus, daß ihr Mann Elektrotechniker war und ihr jeden Glauben an die Heilkraft des elektrischen Stromes genommen hatte. Die Behandlung mußte daher als aussichtslos aufgegeben werden. Nicht unerwähnt darf gelassen werden, daß die Kranke von anderer Seite mittelst Hypnose schließlich doch völlig wiederhergestellt wurde.

Ungleich manifestere therapeutische Erfolge erzielte ich bei der Behandlung von Warzen und spitzen Kondylomen mittelst der Kondensatorelektrode. Folgende Beispiele seien angeführt:

1. N. N., 30jähriger Schlosser, leidet an chronischer Gonorrhoe. Die Umschlagstelle des Praeputiums sowie die Corona glandis sind mit zahlreichen Condylomata acuminata besetzt. Diese werden in der Weise bestrahlt, daß die Kondensatorelektrode fest an die Spitzen der Neubildungen angedrückt wird. Auf diese Weise wird jede Schmerzempfindung vermieden. Nach 4 Sitzungen von je 5 Minuten Dauer sind die Kondylome bis auf kleine, die Haut um 2 mm überragende Stümpfe verschwunden. Um auch diese zu beseitigen, wird die Kondensatorelektrode in 4 mm Entfernung davon gebracht, so daß die blauen Fünkchen knisternd überspringen. Jetzt tritt sofort intensiver Brennschmerz auf, der aber nach kurzer Zeit wieder verschwindet. Das gleiche Verfahren wird am folgenden Tage wiederholt. Die Kondylome sind nun völlig beseitigt; jedoch bildete sich im Laufe der nächsten Tage in der Corona glandis, wo die meisten dieser Neubildungen gesessen hatten, ein flaches Geschwür mit harten, wallartig erhabenen Rändern aus, das sehr langsam abheilte und den Patienten mehr belästigte, als es die Kondylome getan hatten.

2. N. N., 28jähriger Gipser, hat seit mehreren Monaten an der radix

penis und in der Analfurche eine Anzahl spitzer Kondylome. Eine Entstehungsursache weiß er nicht anzugeben. Gonorrhoe will er nicht gehabt haben. Die Neubildungen werden mit der Kondensatorelektrode in einem Abstand von 2 mm 5 Minuten lang bestrahlt. Nach 2 maliger Behandlung ist eine deutliche Schrumpfung zu erkennen; nach 4 Sitzungen war Patient völlig davon befreit. Eine Hautläsion trat diesmal nicht ein.

3. N. N., 19jähriges Dienstmädchen, dessen linker Handrücken dicht mit ziemlich großen weichen Warzen besetzt ist.

Die Behandlung besteht in 10 Minuten langer Anwendung der Kondensatorelektrode, die in einem Abstande von 4 mm ihre Funken überspringen läßt. Nach 2 Sitzungen ist in der Mitte der bestrahlten Warzen eine deutliche Nekrose zu erkennen, während die Umgebung intensiv gerötet ist. Die Nekrose schreitet im Laufe der weiteren Behandlung nach der Peripherie hin fort, bis nach fünf Sitzungen ein völliger Zerfall der Warzen eingetreten ist. Nach einigen Tagen sind die arsonvalisierten Stellen mit neuer Epidermis überzogen. Rezidive traten nicht auf.

4. Selbstversuch. Eine etwa erbsengroße harte Warze am Nagelgliede des rechten Daumens, die allen Versuchen, sie mittelst rauchender Salpetersäure, Trichloressigsäure und Wegschneiden zu beseitigen, erfolgreichen Widerstand geleistet hatte, resp. stets wiedergekommen war, wurde mit der Kondensatorelektrode aus 4 mm Entfernung bestrahlt. Bald nach dem Einschalten des Stromes trat ein brennendes Gefühl ein, das allmählich recht intensiv wurde, um aber nach 2 Minuten einem Gefühle des Pelzigseins Platz zu machen, das bald in völlige Anäesthesie überging. Um so empfindlicher war die gerötete und leicht geschwollene Umgebung der Warze. Nach 3 maliger Bestrahlung von je 10 Minuten Dauer wurde das Zentrum der Neubildung nekrotisch. Nach weiteren 4 Sitzungen waren auch die Randpartien zerstört und nach einigen Tagen überzog sich die bestrahlte Stelle mit einer Epidermis. Eine Narbe ist nicht sichtbar, ein Rezidiv bis jetzt, 7 Monate nach dem Versuche, nicht aufgetreten.

Gerade aus der letzteren Tatsache glaube ich schließen zu dürfen, daß es sich hierbei nicht allein um die Brennwirkung des Hochfrequenzstromes handelt, sondern daß hier außerdem eine spezifische Wirkung der Arsonvalisation, nämlich das in großen Mengen ausgestrahlte ultraviolette Licht (also eine chemische Wirkung!) in Betracht kommt. Wir haben also im Arsonvalstrom ein, wenn auch z. Zt. noch etwas teures, so doch sicher wirkendes und nicht sehr schmerzhaftes Mittel zur Beseitigung derartiger Gebilde. Gänzlich ausgeschlossen ist es natürlich, daß die Arsonvalstrahlen jemals auf tieferliegende Tumoren von Einfluß sein werden, da ihre Tiefenwirkung gering und für den menschlichen Körper ohne praktische Bedeutung ist. Aus demselben Grunde wird auch die Arsonvalisation kaum jemals berufen sein, in der Therapie der Lungentuberkulose eine Rolle zu spielen, da wir eine wirklich bakterizide Tiefenwirkung ebensowenig annehmen können.

Das ganze Arsonvalverfahren hat leider den großen Fehler, daß zu seiner Anwendung ein sehr teures Instrumentarium erforderlich ist, sodaß sich heute nur gut situierte Kliniken und Krankenhäuser den Luxus eines Arsonvalapparates erlauben können.

Jedoch kann man mit einer Influenzmaschine, wie sie bei der Franklinisation gebraucht wird, durch eine einfache Anordnung ebenfalls Hochfrequenzströme erzeugen. Wenn man die Leydener Flaschen dieser Maschine derart armiert, daß der eine. äußere Belag mit der Erde und der andere Belag mit der Elektrode verbunden ist, und nun die beiden Konduktorkugeln einander entsprechend nahe bringt, so springen zwischen diesen beiden Kugeln Funken über; der durch den Patienten geschlossene Kreis ist nun von einem Strome durchflossen, dessen Periodenzahl in der Sekunde gleichfalls sehr erheblich ist, und der seine hohe Frequenz den oszillierenden Entladungen der Leydener Flaschen verdankt. Diese Art der Erzeugung von Hochfrequenzströmen wird nach ihrem Entdecker Morton als „Mortonisation" bezeichnet. Sie wird hauptsächlich zur lokalen Therapie benutzt. Die Allgemeinwirkung, die man dadurch erreicht, daß man den Patienten in das elektrische Feld hineinbringt, ist nur von geringer Bedeutung.

Hiermit mögen unsere Betrachtungen über die physiologische und therapeutische Wirkung der Arsonvalstrahlen ihren Abschluß finden. Wir haben gesehen, daß die damit erzielten Erfolge von den verschiedenen Kennern ganz verschieden beurteilt werden, ja daß sogar die Resultate, die bei der Behandlung der gleichen Krankheitsformen erzielt wurden, sich durchaus nicht decken, sich sogar manchmal widersprechen. Vielleicht spielt hierbei außer Temperament und Phantasie des Beobachters die verschieden entwickelte Technik in der Anwendung der Arsonvalstrahlen eine Rolle.

Wenn wir nun auch nicht mit übermäßigen Erwartungen an die Arsonvalisation herantreten dürfen, so haben wir noch weniger Grund, das Verfahren durch eine übertriebene Skepsis von vornherein zu boykottieren.

Vielleicht ist die Zeit nicht mehr fern, wo wir bestimmte Krankheiten nach exakt festgelegten Indikationen mit dem Hochfrequenzstrom behandeln werden.

Die vorliegende Arbeit ist weit davon entfernt, bei der enormen Menge des über Arsonvalisation bereits vorhandenen Materials einen Anspruch auf Vollständigkeit zu machen. Ihr Zweck ist erreicht, wenn sie einigermaßen ein Bild von der gegenwärtigen Bedeutung der lokalen Behandlung mit Hochfrequenzströmen gibt.

Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Fleiner spreche ich für seine gütige Unterstützung sowie die freundliche Überlasssung des Arsonvalapparates zu physiologschen wie therapeutischen Versuchen meinen ergebensten Dank aus, ebenso Herrn Prof. Dr. Hammer.

## Literatur.

1. Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik. Referate bis August 1902.
2. d'Arsonval: Action physiologique des courants alternatifs. Société de Biologie. Compt. rendus et memoires Serie IX 3 1891 pag. 283.
3. d'Arsonval: Action physiologique des cour. altern. à grande fréquence. Arch. de Physiol. 5 Série 5 1893.
4. d'Arsonval: L'autoconduction ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants; mésure des champsmagnétiques de grande fréquence. Compt. r. T. 117 1893 p. 34.
5. Etienne de Fodor: Experimente mit Strömen hoher Wechselzahl und Frequenz. Wien, A. Hartlebens Verl. 1894.
6. d'Arsonval: Action physiologique des courants à h. fr.; moyens practiques pour les produire d'une façon contiu ne. c. r. T. 123 1896 p. 18.

7. d'Arsonval: Effets thérapeutiques des cour. à h. fr. C. r. T. 123 1896 p. 23.
8. Apostoli et Berlioz: Actions thérapeutiques des cour. à h. fr. (autoconduction de M. d'Arsonval). C. r. F. 120 1895 p. 644.
9. Apostoli: de l'action des cour. de h. fr. au point de vue de la tension artérielle. C. v. T. 125 1897.
10. Oudin: Über die Wirkungsweise des Wechselstromes und der hochgespannten Ströme bei den Erkrankungen der Haut und der Schleimhaut. Monatsschrift f. prakt. Dermatol. No. 4, S. 169.
11. Mann: Sammelreferat in der Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik. Juli 99.
12. Kurella, H.: Beiträge zur Kenntnis der Ströme hoher Spannung und Wechselzahl. Ibid. No. 6, Juni 1900 u. No. 9, S. 39. 1901.
13. Benedict, M.: Die „Arsonvalisation" in der Medizin. Wiener med. Wochenschr. No. 5, 1899, S. 203.
14. Mann, L.: Über die therapeutische Verwendung hochfr. (Arsonvalischer) Ströme. Zeitschrift für diätet. und physik. Therapie. Bd. III, 1900.
15. Eulenburg, A.: Über einige physiol. und therap. Wirk. der Anwendung hochgespannter Wechselstr. (Arsonvalisation). Therapie der Gegenwart, Dez. 1900.
16. Diskussion über E's Vortrag: T. Cohn, Goldschneider, Bernhardt, Leyden, Eulenburg. Vereinbeil. der Deutsch. Med. Woch. vom 8. März.
17. Toby Cohn: Elektrodiagnostik und Elektrotherapie. II. Aufl. 1902.
18. Kindler, E.: Über die therap. Wirkung Arsonv. Ströme. Fortschr. der Medizin. No. 13, 15. April 1901.
19. Baedeker, J.: Die Arsonvalisation. Separatabdruck aus der Wiener Klinik 1901. Verl. Urban und Schwarzenberg 1902.
20. Fromme, W.: Über Ströme hoher Frequenz und Spannung und ihre Bedeutung für die Medizin. Inaug.-Dissert. Berlin 1904.
21. Boruttau, H.: Die Anwendung hochgesp. Ströme in der Therapie. Zeitschrift für ärztliche Fortbildung. Juli 1907.
22. Kataloge von Reiniger, Gebbert und Schall, Erlangen (enthält Literaturangaben.)
„ vom Elektrotechnischen Institut Frankfurt a. M.

# Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 12. November 1877 in Bad Kreuznach als Sohn des Professors am Cymnasium zu Kreuznach, Dr. Oskar Linn.

Daselbst besuchte ich das humanistische Gymnasium, welches ich März 1897 mit dem Reifezeugnis verließ. Ich studierte darauf an den Universitäten Tübingen, Freiburg i. B., Göttingen, Bonn und Heidelberg Medizin und Naturwissenschaften. Das Physikum bestand ich in Freiburg i. B., das Staatsexamen in Heidelberg. Das „praktische Jahr“ absolvierte ich an der medizinischen Univ.-Poliklinik zu Heidelberg.

Heusersche Verlags-Druckerei, Neuwied.